

制壳过程自动化

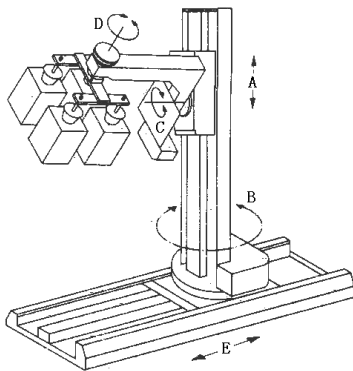
—国外精铸技术进展述评(6)—

原载《特种铸造及有色合金》，2005（6）：366~371

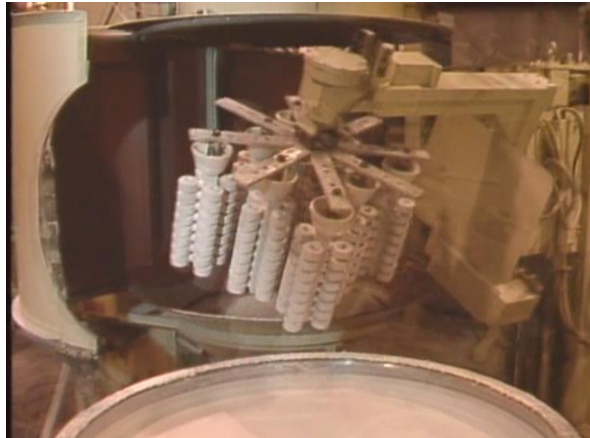
一. 制壳机械手

采用机械手上涂料和撒砂，在国外已有大约40年的历史，经历了几个发展阶段。早期的机械手主要靠机械传动，通常具有4~5个自由度（图6-1a, 没有自由度E的就是4个自由度），后来发展为液压传动，自动化程度也进一步提高。

靠机械传动的机械手(图6-1)，尽管传动装置较为简单，自动化程度较低，装卸模组主要靠人工，运行也不如液压传动的平稳（图6-1b）。但具有成本低、可靠性强、维修方便等优点，所以，在国外至今仍受到许多精铸生产厂家青睐。



a) 动作自由度示意图



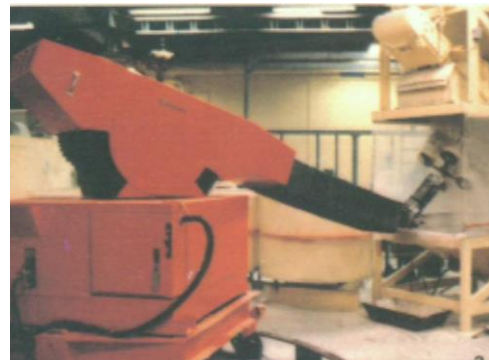
b) 生产现场照片

图6-1 机械传动制壳机械手

液压传动机械手运行平稳，自由度从4~5个增加到5~6个，动作也更加灵便，有的还可以自动抓取模组。图6-2所示就是上世纪80年代前后，流行于美、欧各国的制壳机械手。



a) 机械手沾浆



b) 机械手撒砂

图6-2 液压传动机械手

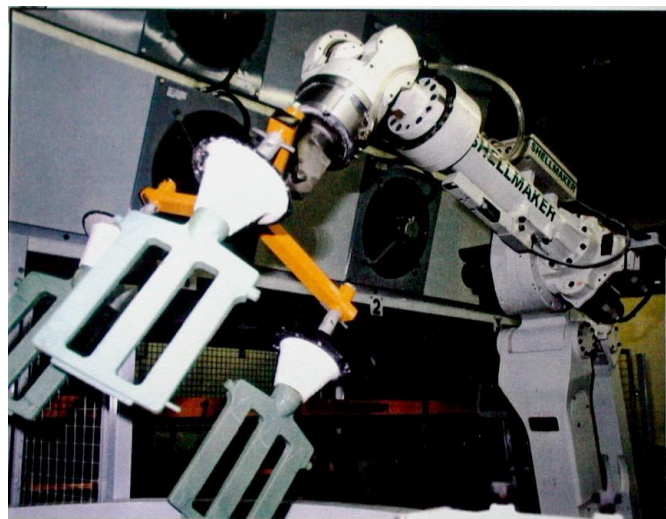
1999 年在英国注册的VA Technology Ltd.，研制和开发出新型制壳机械手及与之配套的全套制壳设备(包括涂料制备、沾浆、撒砂等设备)。机械手(图6-3)有6 个自由度，动作像人手一样灵便，采用最先进的液压器件，最大抓举重量300kg，大修时间长达45000小时。此外，该系统还具有如下特点：

- 全套设备结构和尺寸都经过CAD 优化设计。
- 系统中广泛采用了数字变频驱动器，启动、制动、加速、减速都非常平稳。
- 机械传动装置和轴承座等重要零部件都经过消除应力处理，系统可靠性强，使用寿命长。
- 干燥系统采取了有效的降噪措施，并配备有激光扫描装置识别模组并准确定位。

据报道，该系统已获得Wisconsin Precision Casting、Gray Syracuse、Allied Signal和 Rolls Royce 等著名精铸公司认可。近年来，也被国内某些航空精铸企业引进。



a) 机械手外形全貌



b) 生产现场照片

图6-3 先进的VA 机械手



图6-4 国外较流行的大型模组



图6-5 简单的制壳机

我国国内，除少数航空精铸企业和外资企业外，制壳机械手十分罕见。时至今日，在线服役的制壳机械手，尚无一台是国产的。这对于13亿人口的泱泱大国，不能不说是一个遗憾，也突显出我国精铸行业，自主研发和开发先进技术装备的实力不强。

尽管我国劳动力资源充足而价廉，但并不意味就没有使用机械手的需求。且不论大型薄壁复杂件的精密铸造是一个发展趋势，即使是为了提高工艺出品率和采用过滤网、陶瓷大浇口杯等先进技术，模组大型化也势在必行（见图6-4）。这些技术措施不用机械手操作是难以实现的。考虑到目前国内的技术水平和经济实力，对于像机械手这类技术难度大，要求高的先进装备，一开始就希望达到世界先进水平是不现实的，不妨先设计制造一台哪怕只不过是人工操纵，可以辅助完成上涂料和撒砂动作的起重装置（图6-5），只求操作方便，使用可靠，故障率低，以解决20~50kg重的型壳，人工制壳操作困难的燃眉之急。然后，在此基础上进一步完善传动机构。最后再考虑自动化、智能化。像这样‘小步快跑’，可能要比什么‘一步到位’，‘跨越式发展’，‘创世界一流’等空洞口号和‘雄心壮志’更加求真务实。

二. 干燥过程自动化

为满足Rolls Royce 公司将硅酸乙酯制壳改造为硅溶胶制壳工艺的要求，1995年英国Drytech Processing Ltd. 设计和生产了自动化的型壳干燥系统（图6-6），其干燥间四周封闭，占用场地和空间小，有利于调整和控制温度、湿度和风速等工艺参数。同时，还有利于节能，其外形如图6-6a 所示。采用带有控制风向的扩散器横向吹风（图6-6a和图6-6b），加之悬挂模组的吊具可以自转，令模组上不同部位的干燥程度更加均匀。系统配备有干燥过程自动控制单元，根据不同模组的具体情况预先设定温度、湿度和风速等工艺参数，确保干燥间均匀稳定的操作条件。特别值得一提的是，系统中还配备有二套能发射电磁波的微型无线信号发射器。其中一套安装在吊具上，随时测量并发送有关空气温度、湿度和气流速度的信息。另一套带有二只热电偶，分别监测蜡模/型壳界面处干燥最快和最慢处的温度。发出的信号由控制台接收，再输入计算机处理，最后将结果以曲线图的形式显示或打印出来。以便操作人员根据这些实时监测的数据和资料及时调整干燥工艺参数，确保型壳质量。该系统主要技术参数如下：

- 形状简单铸件，层间干燥时间约为40分钟；大型复杂铸件，层间干燥时间2小时；如用机械手操作，干燥时间应适当延长。
- 机械手抓举、浸渍、滴落、撒砂和上线各3分钟；
- 从型壳封浆完成到脱蜡前的最终干燥时间8~12小时。

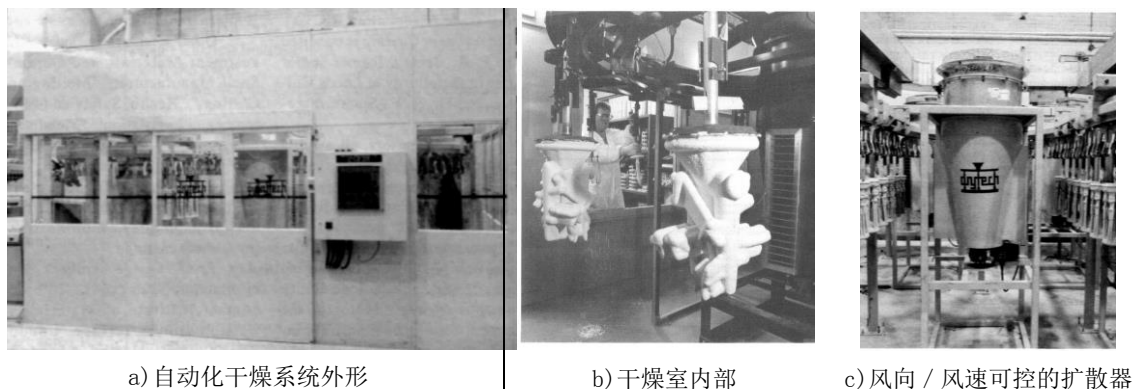
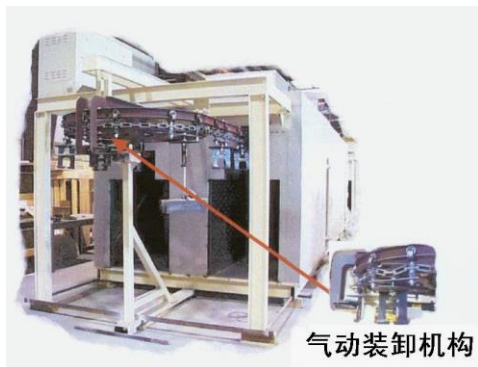


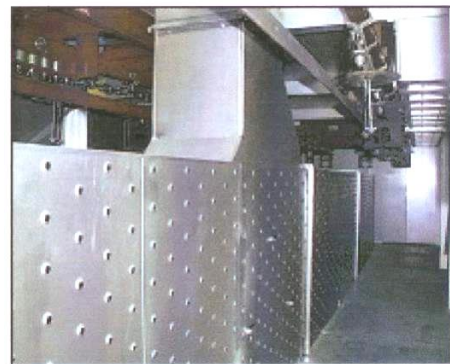
图6-6 运行在Rolls Royce 的水基型壳自动化干燥系统

图6-7 所示为美国 Lanly Co. 新近推出的型壳干燥系统，其标准规格尺寸为 $9\text{m} \times 2.5\text{m} \times 2.5\text{m}$ (长 \times 宽 \times 高)，干燥区通道高 1m 、宽 0.7m 。跟上述 Drytech系统不同的是，它不是靠多台独立的扩散器(图6-6c)，而是由中央空调通过管道侧壁孔洞来实现横向吹风(见图6-7b)。系统主要技术参数如下：

- 层间干燥时间约1小时；
- 单挂最大荷重 68kg ；
- 悬链运行速度 $13 \sim 76\text{cm} / \text{min}$ ；
- 工作区温度 $20 \sim 27^\circ\text{C}$ ，温度控制精度 $\pm 1^\circ\text{C}$ ；湿度控制精度 $\pm 3\%$ 。



a) 型壳干燥系统外形



b) 型壳干燥系统内部

图6-7 Lanly型壳干燥系统

图6-8所示为德国MK Technology's Cyclone 新近推出的全自动制壳机(含干燥过程)。据称，可在数小时内完成制壳过程。它是专门为快速生产精铸样件而开发的。

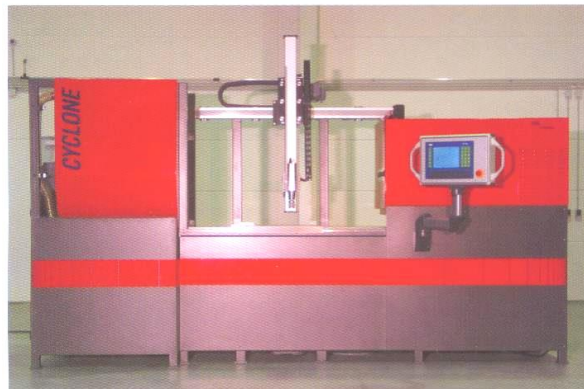


图6-8 德国 MK Technology's Cyclone 自动制壳机

三. 开放式和封闭式干燥系统

传统的型壳干燥作业线，大多是开放式。这种结构的优点是，设计制造简单，成本低，缺点是难以严格控制型壳干燥程度，尤其是不易保证型壳各部分干燥均匀，从而造成诸多质量问题。又由于占用空间大，势必能耗高。现在，由于硅溶胶质量和性能不断改进，特别是各种类型快干硅溶胶的推广应用，使封闭式干燥系统具备了现实可行性，并逐渐成为一种发展趋势。

因为它不仅能更严格而有效的控制干燥工艺参数和型壳各部分干燥均匀程度,如能配合使用快干硅溶胶,在节能降耗、提高效率、缩短周期,乃至增强企业竞争力等方面都具有明显优势。

参 考 文 献

1. VA Technology Ltd. VA Technology Ltd. Offers Shell room Automation for the New Millennium .INCAST 1999 (3) : 22~23
2. Nick Mountford. Environmental Regulations Spur Advances In Water-Based Shell Systems & Shell Room Automation. INCAST 1995(8):14~15
3. MK Technology's Cyclone.German Company Develops Machine for Automatic Shellbuilding and Drying; Reduces Process to Hours Rather than Days. INCAST 2005(1):23